

# **Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)**

**Grunnvanns- og markvannsundersøkelser**

**Tilstandsoversikt 2009-10**

Norges vassdrags- og energidirektorat

2010

# **Oppdragsrapport nr. 10-2010**

## **Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)**

### **Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2009-10**

Oppdragsgiver: Østfold Energi Produksjon As

Redaktør:

Forfatter: Per Alve Glad & Hervé Colleuille

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 8

Forsidefoto: Heidi B. Stranden

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse. I denne rapporten presenteres en analyse av situasjon for grunnvann og snø i det hydrologisk året 2009-10.

Emneord: Grunnvann, snø, teledyp, peilerør, vannkraftverk, markfuktighet

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Desember 2010

# Innhold

<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Historikk og formålet med målinger.....	6
1.2. Stasjonsbeskrivelse .....	10
<b>2. Innsamlede data</b>	<b>11</b>
<b>3. Status for hydrologiske målinger</b>	<b>13</b>
<b>4. Hydrologisk tilstand 2009-10</b>	<b>16</b>
<b>Referanser</b>	<b>17</b>

# Forord

NVE, Hydrologisk avdeling, samler inn observasjoner av grunnvann- og snøens vannekvivalent på Filefjell ved Kyrkjestølane. Disse observasjonene systematiseres og kontrolleres. Grunnvannsundersøkelsene utføres på oppdrag fra Østfold Energi Produksjon AS – Borgund Kraftverk.

Målestasjonen på Filefjell har blitt fullstendig oppgradert i høsten 2009 og juni 2010 av NVE med nye loggere og sensorer (snø, grunnvann, markvann, nedbør, temperatur, vind etc).

Rapporten er utarbeidet av avdelingsingeniør Per Alve Glad og senioringeniør Hervé Colleuille, ved Hydrologisk avdeling, NVE. I denne rapporten presenteres en analyse av situasjonen for grunnvann, markvann og snø i det hydrologiske året 2009-10.

Vi takker medarbeidere på NVE som har bidratt med innlegging av data, drift og vedlikehold av stasjonen.

Oslo, Desember 2010

Morten Johnsrud  
avdelingsdirektør

Sverre Husebye  
seksjonssjef

# Sammendrag

Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse.

Det måles i dag på Kyrkjestølane grunnvannstand i et rør, samt nedbør, lufttemperatur, vindhastighet, vindretning og snøens vannekvivalent (snøpute). Målestasjonen på Filefjell har blitt fullstendig oppgradert i høsten 2009 og juni 2010 av NVE med nye loggere og sensor (snø, grunnvann, markvann, nedbør, temperatur, vind etc.).

Målinger på Kyrkjestølane logges i dag kontinuerlig hver time og fjernoverføres direkte til NVE. Tilstandsoversikten for markvann og snø i de siste årene er illustrert gjennom flere figurer.

# 1. Innledning

## 1.1 Historikk og formålet med målinger

Filefjell forsøksfelt ble etablert i forbindelse med Den Internationale Hydrologiske Dekade, 1965-74. Den norske dekadekomiteen valgte ut Filefjell som et representativt felt, typisk for norske høyfjell. Første grunnvannsmålinger er fra 1969. En del av grunnvannsmålingene inngikk fra 1977 i det landsomfattende grunnvannsnettet (LGN), som drives av NGU og NVE. LGN er et nasjonalt program for overvåking av grunnvannet, kvantitativt og kvalitativt. LGNs stasjoner er lagt til områder antatt å være upåvirket av menneskelige aktiviteter og kan derfor betraktes som referansestasjoner. Alle observasjoner ble avsluttet i 1988. NGU foretok kjemianalyser av grunnvannet i rør 7 fra 1978 til oktober 1991 (ca. 2 ganger pr. år). Kjemianalyser er lagret i NGUs database og grunnvannstand i NVEs database (NGU, 1988; Pedersen et al., 2003; Opdahl og Colleuille, 2010; Jæger og Frengstad, 2008). Fra 1993 ble det etablert en ny målestasjon ("Kyrkjestølane")<sup>1</sup> med automatisk registrering av grunnvannstand. Det foreligger imidlertid ikke noe data før 1996 pga. ulike tekniske problemer.

Disse grunnvannsobservasjonene utføres mht å tilfredsstille de hydrologiske undersøkelser som kreves i pålegg gitt av NVE i 1993 (brev fra NVE 4996/93 HH/SKR/SKR, 20.10.1993) til Østfold Energi Produksjon AS. Målingene er ment å sikre grunnlagsdata for tilsigsprognoser, flomvarsling og snømagasinerings, samt å klarlegge eventuelt endringer i hydrologiske forhold som følge av regulering. Klima- og snømålingene (snøpute) er foreløpig ikke pålagt og utføres ikke som oppdrag for Østfold Energi Produksjon AS.

Målestasjonen ved Kyrkjestølane er lokalisert i et uberørt område, antatt som representativ for kildeområdene for Lærdal vassdraget. Dataene herfra kan derfor anvendes, sammen med andre data, for å klargjøre om hydrologiske endringer i den øvre delen av Lærdal vassdraget skyldes menneskelige aktiviteter (reguleringer, grunnvannsuttak, etc.), eller naturlige klimafluktasjoner (flom, tørke, frost).

### *Grunnvann og elvevann*

I uregulerte vassdrag som ikke har tilsig fra breer, vil vannføringen avta i perioder uten nedbør eller snøsmelting. I disse periodene sørger grunnvannstilsig for at vannføringen i elver opprettholdes. Ved for lave vannføringer er praktisk talt hele vannføringen grunnvannstilsig. Man kan bestemme såkalte resesjonskurver eller tørrværskurver som beskriver avrenningen fra feltet i slike tørre perioder. Disse kurvene er bestemt av feltets fysiske og geologiske egenskaper og gir gode

---

<sup>1</sup> Stasjonen er etablert i det gamle 2" grunnvannsrør 12 like ved snøputen hvor grunnvannsmålinger ble registrert med en limnigraf mellom 1979 og 1986 (fluvial avsetning, R.ob.: 1.40 m, rørdyp: 6 m). Dataene er lagret i NVEs database som versjon 6 (73.52.6).

indikasjoner på akviferens evne til å tilføre vann til vassdragene. Frost, tele og snø forandrer nedbørfeltets hydrogeologiske egenskaper.

Undersøkelser utført i Norge (Gjørsvik O., 1970; Andersen T., 1972; Andersen et al., 1972) viser at grunnvannsavløp kan utgjøre mer enn 80 % av vannføringen i små uregulerte vassdrag ved lave vannføringer. I 2005 utviklet Wong og Colleuille (2005) en metode som på bakgrunn av uregulerte daglige vannføringsmålinger estimerer grunnvannsbidrag i det totale avløpet ved automatisk hydrogramseparering. Det grunnvannet som metoden estimerer er grunnvann med lang oppholdstid, dvs. stabil temperatur og kjemiske karakteristika. Et utvalg av 25 målestasjoner som er tilknyttet ulike delprosjekter i programmet "Miljøbasert vannføring" er analysert for å teste metodens robusthet og anvendbarhet. Resultatet viser at grunnvann kan utgjøre 40-100% av det totale avløpet. For de fleste stasjonene utgjør grunnvann mer enn 85 % av det totale avløpet i vinterperioden. Selv i snøsmelte- og flomperioder, er det betydelig mengde grunnvann som strømmer ut i vassdraget, noe som også ble påvist gjennom isotop-analyser (Grip and Rodhe, 1988). Andelen av grunnvann viser seg å være betydelig lavere i bratte Vestlandsvassdrag enn i slakere vassdrag på Østlandet.

Grunnvannstilsig har en viktig rolle som buffer både ved tørke og flom. Avløpstørke kommer senere enn nedbørstørke på grunn av fyllingsgraden til grunnvannsreservoarene. På samme måte dempes flommen ved at en del vann vil kunne lagres i grunnvannsreservoar.

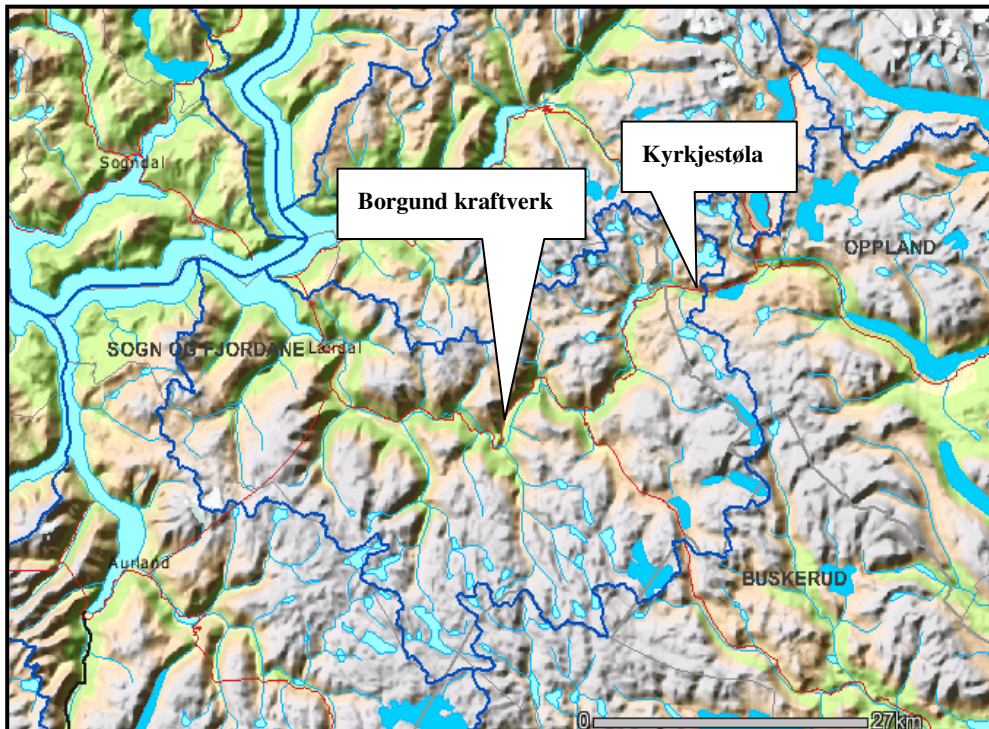
### ***Grunnvann og magasinbefylling***

Siden grunnvannstilsig utgjør en så stor del av totalavrenningen, spesielt i frostperioder om vinteren, er forståelsen av viktige prosesser tilknyttet grunnvannsfornyelse av stor betydning for tilsigsprognosering. Det hender at tilsiget til kraftmagasiner om våren blir mindre enn forventet ut fra målte snømengder i nedslagsfeltet. En vanlig misforståelse er at vårværet har ført til stor fordamping fra snødekket (Tollan A., 2000). Fordamping fra snøen (sublimasjon) er ofte neglisjerbar mens nødvendig vannmengde for oppfylling av markvannslageret ofte er undervurdert. Hvor stor del av nedbør/smeltevann som raskt går til grunnvannsfornyelse avhenger av jordas lagerkapasitet for vann. Jordas lagerkapasitet for Sør Norge er størst i sommerhalvåret når vegetasjonens vannforbruk er størst. I høyfjellsområder med moreneavsetninger, registreres også stort markvannunderskudd om vinteren. Langvarige perioder med snø og tele gir liten vanninfiltrasjon. Den synkende grunnvannsstanden fører til en økt drenering av vann i markvannsonen og derigjennom en økning i jordas vannlagringsevne. Magasinering av vann i snø og grunnvann kan være like stor som i reguleringsmagasiner (Killingtveit Å., 2006). Kunnskap om lagerkapasiteten i naturlige magasiner blir derfor viktig for utarbeidingen av prognoser mhp kraftsituasjonen. Informasjon om tilstand for grunnvann og markvann ble tatt i bruk ved analyse av tørken og kraftsituasjon i løpet av sommeren og høsten 2006 (Johnsen, 2006). I store deler av Norge var det i august 2006 tørrere enn på mange år. Enkelte steder ble det registrert den laveste grunnvannsstanden på 30 år. Selv om det kom kraftig nedbør i september forsvant mye av nedbøren, først for å gjennomfukte tørr jord, og deretter for å fylle

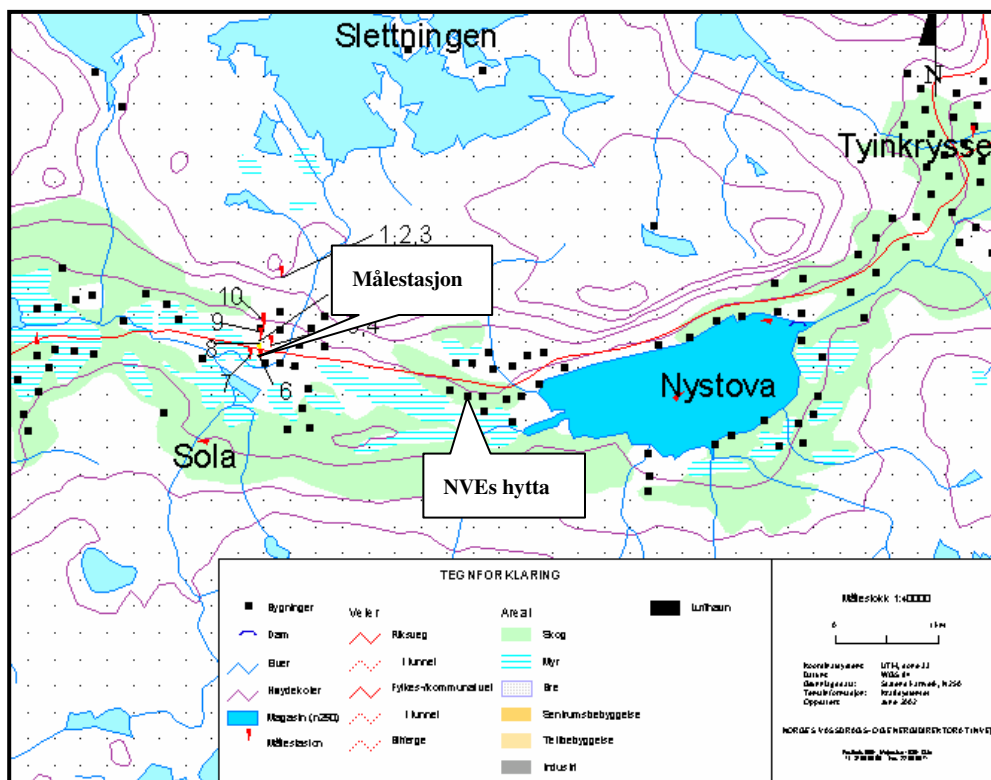
opp tørre grunnvannsmagasiner. Dette forklarer at kraftmagasiner fikk mye mindre påfyll enn nedbøren skulle tilsi.

I NVE rapport 12-2008 (Colleuille et al. 2008) er betydningen av grunnvann og markvann for tilsig og kraftsituasjon drøftet. To ulike modellverktøy er anvendt i dette arbeidet: den konseptuelle og distribuerte HBV- modellen og den fysiske baserte vann- og energibalanse-modellen COUP. Markvannets og grunnvannets påvirkning av tilsig til vassdrag og derigjennom kraftsituasjonen er illustrert gjennom eksempler fra de tørre årene 1995/96, 2002/03 og 2006. Det er vist i denne rapporten nytteverdien av å kombinere resultater fra observasjoner med HBV og COUP-simuleringer for å analysere ekstreme hydrologiske forhold. COUP-simuleringer kan brukes for å forbedre estimert forventet tilsig ved snøsmelting eller ut fra prognosert nedbørsmengder.





Figur 1. Grunnvannsobservasjoner på Filefjell, Kyrkjestølane i Lærdal.



Figur 2. Grunnvannsobservasjoner på Filefjell, Kyrkjestølane.

## 1.2. Stasjonsbeskrivelse

Filefjell ligger på vestsiden av hovedvannskillet i sentral-Norge. Feltet har avløp til Lærdal innerst i Sognefjorden, og vannsystemene i feltet danner den nordøstre delen av Lærdalsvassdraget. Forsøksfeltet ligger øverst i nedbørfeltet til Lærdalsvassdraget (vassdragsnr. 073.Z) mot vannskillet til Drammensvassdraget (fig.1).

Stasjonen ligger i høyfjellsterreng mellom Valdres og Lærdal og høyden strekker seg fra 915 til 1814 m o.h. Innsjøene utgjør 9 %, mens 5 % av feltet består av myr, 4 % av bjørkeskog, 48 % av lyng og kjerr og ca. 34 % av bart fjell (Andersen, 1972). Skoggrensa for bjørk i området er 1250 m o.h. Forsøksfeltet må karakteriseres å være uten fast bosetning, men det er flere fritidsboliger og noen sætrer i drift. Riksvei 16 går gjennom feltet. Forsøksfeltet er ikke påvirket av reguleringen, selv om vassdraget er regulert nedstrøms. Figur 2 viser beliggenheten til alle peilerør ved Kyrkjestølane. De fleste rørene er nå fjernet.

Geologisk er Filefjellet skilt i to deler av den sentrale Smeddalen som krysser feltet fra øst til sørvest. Løsavsetningene er konsentrert i Smeddalen og de nederste deler av sidedalene. Løsavsetningene består vesentlig av morenemateriale (Andersen, 1972).

I følge NGU (1988) står rørene 5, 6, 7 og 12 i breelvaavsetning og rørene 8, 9 og 10 i morenematerialer. De fleste rørene ble fjernet i 2001.

Stasjonsnavn	Kyrkjestølen /Kyrkjestølane
Vassdragsnavn	Lærdal
Vassdragsnummer	073.Z
Høyde	950-990 m.o.h. – ca. 950 m. o.h. ved målestasjon
Kartblad	1517 II
Kommune	Vang
Fylke	Oppland - Sogn og Fjordane
Løsmasstype	Breelvaavsetning og moremateriale
Bergart	Gneis
NVEs tjenesteområde	5
NVEs områdeingeniører	Leif Bogetveit <sup>2</sup> og Tommy Skårholen <sup>3</sup>
LGN	1969- LGNs nummer 14
Oppdragsgiver	Østfold Energi Produksjon AS – Borgund Kraftverk Postboks 26 6888 Steinklepp

<sup>2</sup> NVEs regionkontor Vest, Førde

<sup>3</sup> NVE, Hydrologisk avdeling, Oslo

## 2. Innsamlede data

En oversikt over innsamlede data er gitt i tabell 1 og 2. Det er innsamlet en mengde data fra Filefjell. Deler av dataene er presentert i Colleuille (2001). Det er flere forskjellige institusjoner som står bak innsamlingen, noe som har medført at mange data i dag ikke inngår i noe enhetlig system og en del av disse dataene er ikke lagt inn i noen database (Kårstein H, 1997). Innsamling av grunnvannsdata ved Kyrkjestølana er siden 1993 foretatt ved hjelp av automatisk logger og trykksensor innkjøpt av Borgund Kraftverk. Målestasjonen ble etablert 4. september 1993. Pga tekniske problemer med loggeren er det registrert kun noen få enkeltpunkter til og med 11.1996 i NVEs database. Det ble derfor installert en ny datalogger (Sutron 8210) med direkte fjernoverføring til NVE. Observasjonene registreres først av en Aanderra logger<sup>4</sup> som overføres automatisk med radio til Sutron loggeren som står i NVEs hytte Varden (500 meter fra Nystuen Hotell), ca. 2 km fra målestasjonen. Fjernoverføring utføres automatisk hver dag pr. telefon.

Det utføres nå kun grunnvannsmålinger i et rør med logger og trykksensor (figur 2). Fra mai 2005 måles det også grunnvannstemperatur i det samme røret. I tillegg samles i NVEs database klimadata og snøens vannekvivalent (snøpute). I løpet av høsten 2009 og i juni 2010 ble stasjonen oppgradert med ny logger og nye sensorer (tabell 1). Det ble også tatt jordprøver for kornfordelingsanalyse.

Parameter	Databases arkiv	Periode	UTM-øst	UTM-nord
Snødybde	73.52.6.2002.1	03.1979-06.1980	452229	6782942
Teledyp <sup>5</sup>	73.52.6.2004.1	12.78-05.83	452229	6782942
Nedbør	73.11.0.0.1	10.1998-dd	452219	6782992
Vindretning	73.11.0.14.1	09.1998-dd	452219	6782992
Vindhastighet	73.11.0.15.1	09.1998-dd	452219	6782992
Lufttemperatur	73.11.0.17.1	21.02.1995-dd	452219	6782992
Snøens vannekvivalent	73.11.0.2003.1 73.11.0.2003.2	10.1967-09.1998 02.09.1998-dd	452219	6782992
Jordtemperatur	73.11.0.2006.1	29.10.2009-dd	452219	6782992
Resistans	73.11.0.5011.1-2	29.10.2009-dd	452219	6782992
Markfuktighet	73.11.0.2001.1	29.10.2009-dd	452219	6782992

<sup>4</sup> Unit 3010 med 12 kanaler.

<sup>5</sup> Telemåler ble etablert ved rør 6 i 1978 på 951 m.oh.

**Tabell 1. Andre observasjoner registrert i NVEs database (Alle koordinater refererer til UTM-område 32). Koordinatene målt i 2001 med GPS er gitt i NVEs rapport 5.2002.**

Rør	Databases arkiv	Periode	UTM- øst	UTM- nord	R.o.b. <sup>6</sup> (cm)	Rør- diam (cm)	Rør- lengde (m)
<b>Kyrkjestølane</b> (rør 12: se fotnote 1)	<b>73.11.0.2000.1</b>	<b>09.1993-dd</b> data med god kvalitet kun fra 11.1996	<b>452278</b>	<b>6782941</b>	<b>1.41</b>	<b>5.0<sup>7</sup></b>	<b>5.91</b>
<b>Kyrkjestølane</b>	<b>73.11.0.2015.1</b>	<b>05.2005-dd</b>	<b>452278</b>	<b>6782941</b>	<b>1.41</b>	<b>5.0</b>	<b>5.91</b>
1-Kyrkjestølen	73.52.1.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783748	0.5	?	1.0
2-Kyrkjestølen	73.52.2.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783749	?	?	?
3-Kyrkjestølen	73.52.3.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783750	?	?	?
4-Kyrkjestølen	73.52.4.2000.1	08.1969-09.1974	452319	6783072	?	?	?
5-Kyrkjestølen Fluvialavsetning	73.52.5.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988	452340	6783022	1.1	3.0 <sup>8</sup>	2.95
6-Kyrkjestølen Fluvialavsetning	73.52.6.2000.1 73.52.6.2000.2	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988 03.1979-09.1986	452266	6782956	1.2	3.0	2.38
7-Kyrkjestølen Fluvial/organisk avsetning	73.52.7.2000.1 <u>73.52.7.2015</u>	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988 03.1979-08.1988	452208	6783122	1.35	3.0	4.97 <i>grv.tem peratur</i>
8-Kyrkjestølen Org. avsetning	73.52.8.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-05.1985	452220	6783145	1.15	3.0	3.0
9-Kyrkjestølen Abl. morene	73.52.9.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-05.1985	452240	6783223	1.4	3.0	3.83
10-Kyrkjestølen Abl. morene	73.52.10.2000. 1	08.1969-09.1974 12.1977-06.1983	452240	6783280	1.2	3.0	2.97

**Tabell 2. Grunnvannsnivå-observasjoner på Filefjell-Kyrkjestølane. Aktive målinger er uthevet (Alle koordinater refererer til UTM-område 32 og er oppdatert se tabell 3).**

<sup>6</sup> Rørhøyde over bakken

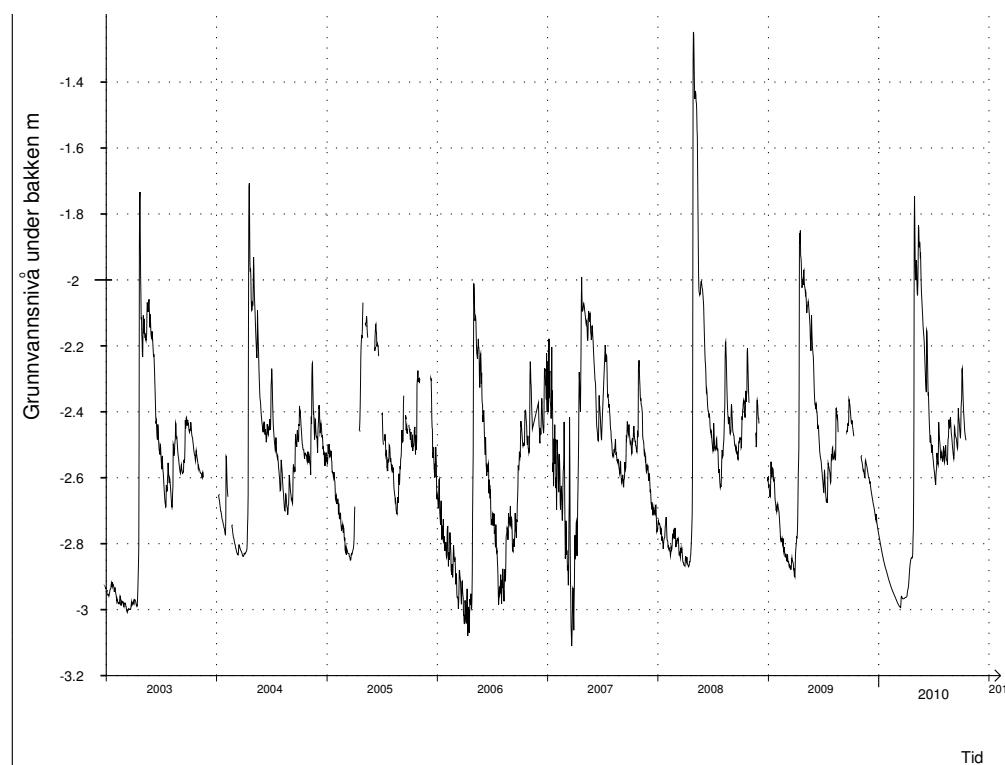
<sup>7</sup> 2" rør

<sup>8</sup> 5/4" rør

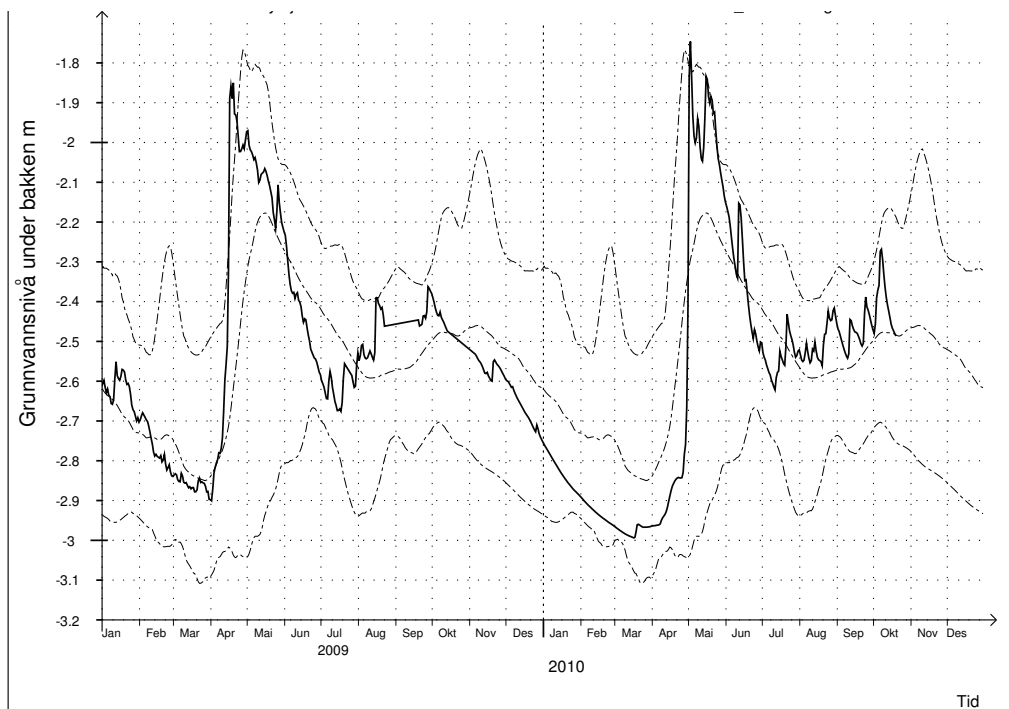
### 3. Status for hydrologiske målinger

Kurver med data innsamlet i hele måleperiode for alle parametere er presentert i NVEs årsrapport 2000 (Colleuille H., 2001). Av følgende figurer fremgår status for grunnvanns-, og snøekvivalentobservasjoner i 2009-2010:

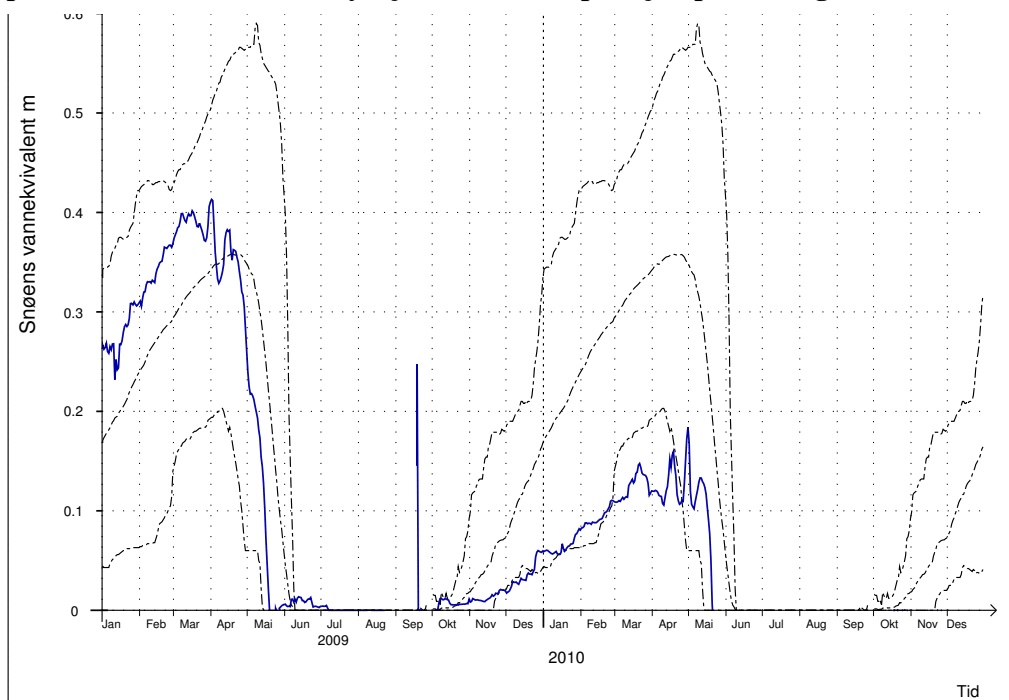
- (3) Observert grunnvannsstand i perioden 2003-2010;
- (4) Grunnvannsstand i 2009 og 2010 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1997-2006 i rør-Kyrkjestølane;
- (5) Snøens vannekvivalent målt i 2008-2010 sammenlignet med flereårsmiddel, største og minste observerte snøens vannekvivalent (stiplet) for perioden 1968-1997;
- (6) Grunnvann- og lufttemperatur målt i 2008-2010;
- (7) Resistansmålinger 2010;
- (8) Luft-, vann-, og jordtemperaturer 2009-2010;



**Figur 3. Observert grunnvannsstand i rør-Kyrkjestølane i perioden 2003-2010(punkter);**

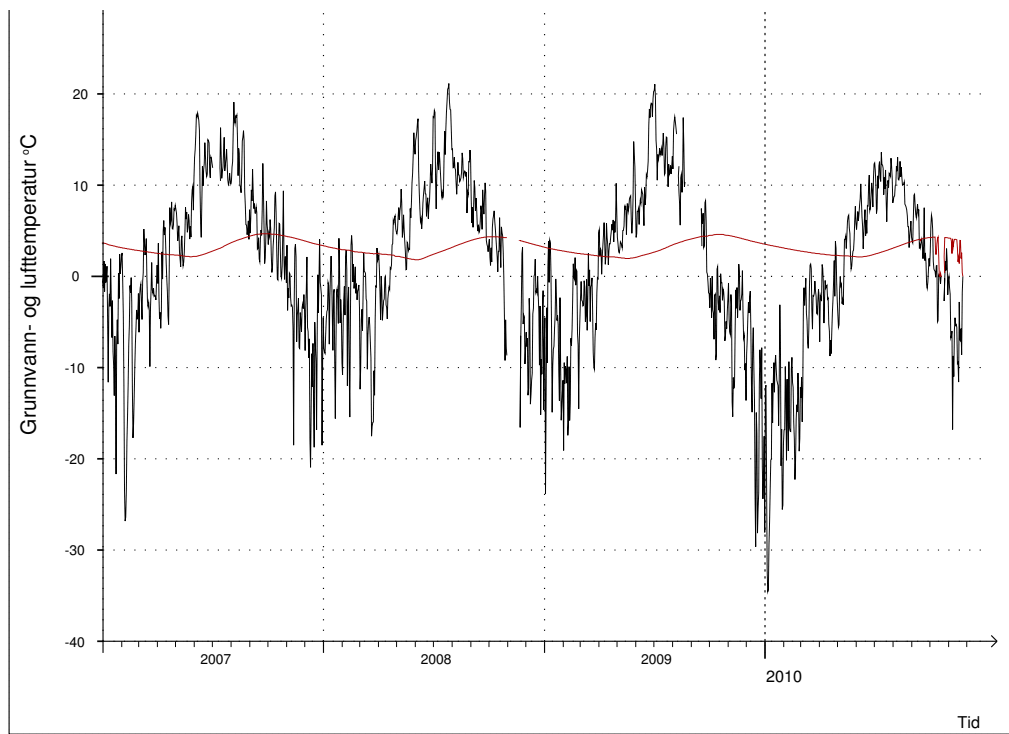


**Figur 4. Grunnvannsstand i 2009-2010 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel største og minste observerte grunnvannsstand (stiplet)<sup>9</sup>, for perioden 1997-2007 i rør-Kyrkjestølane (interpolasjon på 100 dager).**

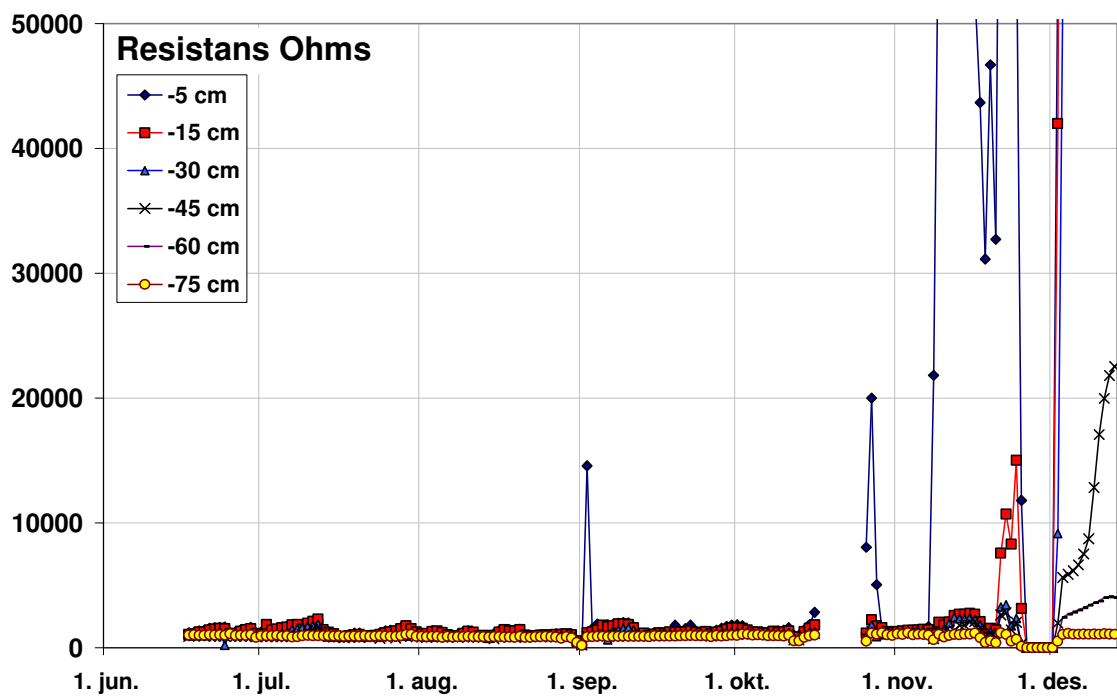


**Figur 5. Snøens vannekvivalent målt i 2009-2010 sammenlignet med flereårsmiddel, største og minste observerte snøens vannekvivalent (stiplet) for perioden 1968-1997 (minus årene i perioden 1976-1979, 1989-1993).**

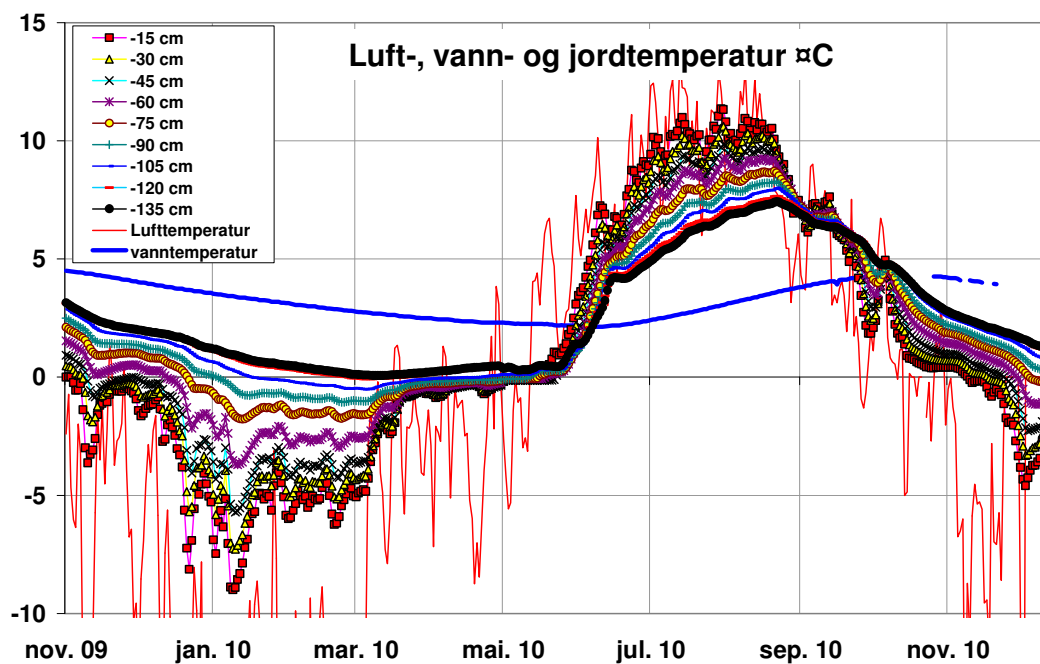
<sup>9</sup> Merk at kurvene for flereårs-middel, -minimum og -maksimum er glattet (Gauss-midling, middelværdier, lengde 15 dager) for å bedre plottenes lesbarhet og gi et mer korrekt bilde av normal-situasjonen.



**Figur 6. Grunnvanns- og lufttemperatur målt i 2007-2010**



**Figur 7. Restistansmålinger for Filefjell 2010.**



**Figur 8. Luft-, vann-, og jordtemperaturer 2009-2010**

Høy resistans på 5cm fra første uken i november tyder på at det er kommet frost i bakken (fig. 7). Fra siste uken i november har frosten kommet ned på 15cm, og i midten av desember registreres frost på 5-60cm.

## 4. Hydrologisk tilstand 2009-10

Grunnvannstanden var relativt lav utover høsten 2009, og godt under normalen i mars 2010 (fig. 4). Årsaken til den lave vannstanden var den tørre høsten kombinert med en tidlig og kald vinter. Snøsmeltingen som inntraff til normal tid førte imidlertid grunnvannsnivået opp til godt over normalen igjen i mai. Utover sommeren og høsten holdt grunnvannet seg relativt normalt (noe lavere i juni-juli og noe høyere i august-oktober), men i desember 2010 er grunnvannstilstanden registrert som lav etter en svært kald november.



# Referanser

- Andersen T., 1972. En undersøkelse av grunnvannsmagasinet i et representativt høyfjellsområde. Hovedfagsoppgave i geofysikk ved Universitet i Oslo. Våren 1972.
- Andersen T., Gjørsvik O., Ruud L., 1972. Grunnvannsundersøkelser i Aursundfeltet. NVEs rapport 3/72.
- Colleuille H., 2001. Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2000. NVEs oppdragsrapport 4.2001.
- Colleuille H., Holmqvist E., Beldring S. og L.E. Haugen, 2008. Betydning av grunnvanns- og markvannsforhold for tilsig og kraftsituasjon. NVE rapport 12-2008.
- Gjørsvik, O., 1970. Grosetbekken. Hydrologisk observasjonsmaterialet for Groset forsøksfelt. Del 2. NVES rapport 2-1970.
- Grip H. and Rodhe A., 1988: Vattnets väg från regn till back, Hallgren & Fallgren, Uppsala.
- Johnsen T.A. (red.), 2006. Kvartalsrapport for kraftmarkeder, 3. kvartal 2006. NVEs rapport 12-2006.
- Jæger Ø. og Frengstad B., 2008. Landsomfattende grunnvannsnett – årsrapport 2007. NGU rapport 2008.028.
- Kårstein H., 1997. Forsøksfelt drevet av Hydrologisk avdeling. NVEs notat nr. 02.
- Killingtveit Å., 2006. Energiforsyning. Hydrologiens bidrag til usikkerhet og prisvariasjoner. Fagmøte 25. – 26. april 2006. Vannforskning i Norge 2006 Sikkerhet, sårbarhet og beredskap. "VASSBYGGET" - Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU. Norsk Hydrologiråd.
- NGU, 1988. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). Trondheim 1988.
- Opdahl J og Colleuille H., 2010. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parameter). Drift og formidling 2009. NVEs rapport 9-2010.
- Pedersen T.S., Kirkhusmo L.A. og Kannick H., 2003. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). NVEs rapport 1.2003.
- Tollan A., 2000. Vanlige misforståelser i hydrologien. VANN-3-2000.
- Wong K.W. og Colleuille H., 2005. Elv og grunnvann. Estimering av grunnvannsbidrag til det totale avløpet ved hydrogramseparering. NVEs Miljøbasert Vannføring rapport 5.2005.



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

## Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2010

- Nr. 1 Margrethe Cecilie Elster, Patricia Dawn Kennie: Nedre Otta kraftverk  
- Konsekvenser av utbyggingsplanene - erosjon og sedimenttransport (32 s.)
- Nr. 2 Ånund Sigurd Kvambekk: Sauland kraftverk. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold (16 s.)
- Nr. 3 Ånund Sigurd Kvambekk: Isforhold, temperatur- og saltmålinger i Holandsfjorden.  
Fra start på bobleanlegget i oktober 2002 til april 2008 (132 s.)
- Nr. 4 Elisabeth Høvås, Helena Nynäs: Landsverneplan Statkraft 2010 (210 s.)
- Nr. 5 Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100. Utredning utarbeidet for Regjeringens  
klimatilpassingsutvalg av NVE. Hovedrapport (36 s.)
- Nr. 6 Storglomfjord-utbyggingen: Hydrologiske undersøkelser i 2009 (54 s.)
- Nr. 7 Thomas Skaugen: Application of the Senorge 1D model to Armenian snow data (23 s.)
- Nr. 8 Ånund Sigurd Kvambekk: Nedre Otta kraftverk. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold  
samt lokalklimaet (23 s.)
- Nr. 9 Jordobservasjon som støtte for kryosfærisk risikoanalyse. Sluttrapport for CryoRisk-prosjektet
- Nr. 10 Per Alve Glad, Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)  
Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2009-10 (17 s.)